

¿Puede el control biológico mejorarse en el cultivo del pimiento?

Alberto Urbaneja, Sarra Bouagga y Meritxell Pérez-Hedo (Unidad Asociada de Entomología UJI-IVIA. Centro de Protección Vegetal. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, IVIA. aurbaneja@ivia.es)

El cultivo del pimiento en invernadero es quizás el cultivo donde más establecido se encuentra el uso de control biológico aumentativo en la cuenca mediterránea (Calvo y col., 2012; Jacas and Urbaneja, 2008). La mayoría de las plagas de pimiento pueden controlarse con la liberación y conservación de enemigos naturales, por lo que el uso de plaguicidas no es muy frecuente. La principal plaga de este cultivo es el trips occidental de las flores *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Tripidae), principalmente debido a su papel como vector del virus del bronceado del tomate (TSWV). Además, la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) es una plaga secundaria importante que debilita el cultivo a través de la extracción de savia y reduce la calidad del fruto cuando acumula fumagina (Urbaneja y col., 2007).

Historia del control biológico en pimiento

Dos hitos importantes han tenido lugar en este cultivo para hacer frente a las dos plagas clave anteriormente mencionadas (Blom, 2008). En primer lugar, a partir de finales de los años 90 del siglo pasado comenzó a ser común el uso del ácaro depredador *Amblyseius cucumeris* (Oudemans) (Acarina: Phytoseiidae) y el chinche *Orius laevigatus* (Fieber) (Hemiptera: Anthrenidae) para el control de trips (Van der Blom y col., 1997), mientras que a principios de esta década el parasitoide *Eretmocerus mundus* Mercet comenzó liberarse para el control de mosca blanca (Stansly y col., 2005a; Stansly y col., 2005b). El uso combinado de *A. cucumeris* y *O. laevigatus* resultó un gran éxito para el control de trips en aquellos ciclo de cultivo que el trasplante se produce normalmente en invierno y la cosecha termina en verano (p.e. Campo de Cartagena), debido a que las condiciones climáticas son favorables para el establecimiento de los dos enemigos naturales (Sanchez and Lacasa, 2002), y la presión de plagas es baja al principio del cultivo (Sánchez y col., 2000). Sin embargo, en aquellos ciclos de cultivo en los que el trasplante se produce en verano y el cultivo finaliza en la primavera-verano siguiente (p.e. Almería), esta estrategia de control

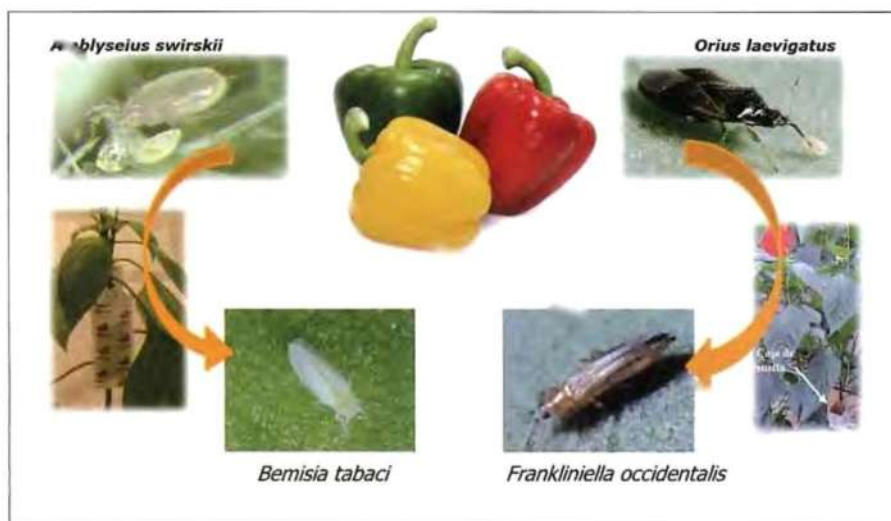


Figura 1. Base del programa de control biológico en pimiento. El fitoseido *A. swirskii* para el control de mosca blanca y el antocórido *O. laevigatus* para el control de trips.

biológico no funcionaba principalmente debido a las condiciones climáticas adversas de alta temperatura y baja humedad relativa (Urbaneja y col., 2002), y a la presión extremadamente alta de plagas al principio del cultivo (Calvo y col., 2012). Además, el uso de *E. mundus* redujo significativamente, pero no eliminó totalmente, la necesidad de realizar tratamientos con plaguicidas adicionales contra *B. tabaci* (Calvo y col., 2009).

El segundo hito se produjo con la irrupción

en el mercado de control biológico del ácaro depredador *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) (Koppert and Wageningen UR, 2014). La sustitución en el paquete de control biológico en pimiento de *A. cucumeris* por *A. swirskii*, que se adapta perfectamente a condiciones áridas (Nomikou, 2003; Nomikou y col., 2001), dio lugar a un control efectivo tanto de *B. tabaci* como de *F. occidentalis*, ya que este fitoseido es extremadamente eficaz sobre ambas plagas en una

amplia gama de condiciones climáticas (Calvo y col., 2009; Calvo y col., 2011; Calvo y col., 2012; Calvo y col., 2008). Desde la incorporación de *A. swirskii* en los programas de control de plagas en pimiento (Figura 1), el uso del control biológico se ha generalizado en casi toda el área productora de pimiento (Blom, 2008).

Control de pulgones

A pesar del éxito rotundo del control biológico en pimiento, el manejo de algunas plagas secundarias en ocasiones todavía requiere alguna intervención con plaguicidas (Blom, 2008). Este podría ser el caso de los pulgones. A pesar de que existen muchos agentes de biocontrol como productos comerciales para las especies más comunes de áfidos en pimiento, *Myzus persicae* (Sulzer), *Myzus persicae nicotianae* Blackman, *Aphis gossypii* Glover, *Macrosiphum euphorbiae* Thomas y *Aulacorthum solani* Kalténbach (Hemiptera: Aphididae), estos son no siempre suficientemente eficaces (Belliere y col., 2008; Sanchez y col., 2011). En ocasiones se requieren múltiples liberaciones de enemigos naturales que aumentan considerablemente el coste final del programa de control biológico en este cultivo (Messelink y

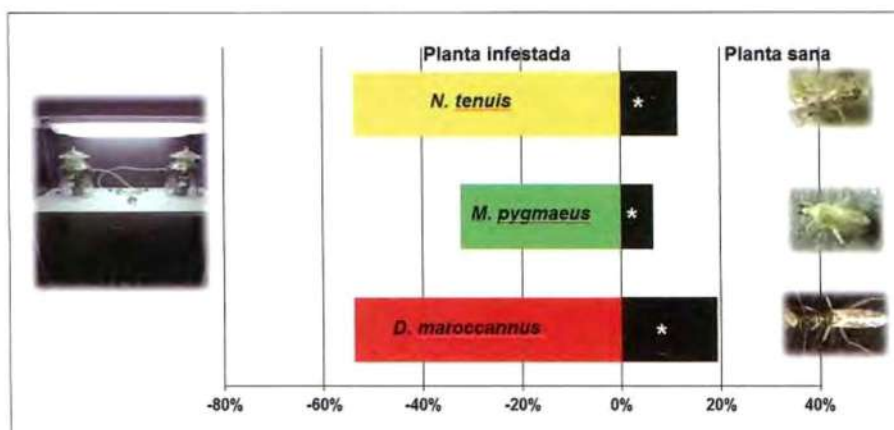


Figura 2. Preferencia en un olfactómetro en Y horizontal (ver imagen) por parte de hembras de *N. tenuis*, *M. pygmaeus* y *D. maroccanus* entre planta infestada con *M. persicae* y planta sana. Las barras marcadas con (*) indican diferencias significativas (Chi-test; $P < 0,05$). Adaptado de Pérez-Hedo y Urbaneja (2014).

col., 2011). Una alternativa para mejorar el control biológico de pulgones podría ser el uso de chinches depredadores (Hemiptera: Miridae) que debido a su comportamiento zoofitófago podrían establecerse en el cultivo de pimiento antes que se aparecieran las infestaciones de pulgones (Messelink y col., 2011; Messelink and Janssen, 2014; Pérez-Hedo and Urbaneja, 2014).

Estudios previos sugieren el papel positivo de los miridos depredadores, *Nesidiocoris tenuis* (Reuter), *Macrolophus pygmaeus* Rambur y *Dicyphus maroccanus* Wagner (Hemiptera: Miridae) en el control de pulgones en pimiento (Messelink y col., 2011; Messelink and Janssen, 2014; Perdakis and Lykouressis, 2004; Pérez-Hedo and Urbaneja, 2014). Pérez-Hedo y Ur-



PRODUCTO
NUEVO

EL ESPECIALISTA
EN EL CONTROL
DE OÍDIO

- Nuevo anti-oídio, a base de Ciflufenamida.
- Máxima eficacia, con nuevo modo de acción.
- Plazo de seguridad de 1 día.
- Selectivo para insectos útiles y polinizadores.
- Perfil toxicológico favorable [No clasificado].



baneja (2014) demostraron que las hembras de las tres especies de miridos depredadores se alimentan activamente de *M. persicae* y son fuertemente atraídas por el olor de plantas infestadas por *M. persicae* (Figura 2). Por otra parte, las tres especies de miridos pueden reproducirse sobre pulgones y establecer sus poblaciones en pimiento, siendo capaces las tres especies de reducir significativamente el número de *M. persicae* por hoja respecto a un tratamiento control.

Uso de miridos en pimiento

En el experimento de Pérez-Hedo y Urbaneja (2014), los miridos se liberaron cuando las densidades de población de los pulgones fueron relativamente altas y aun así el control de áfidos fue satisfactorio, pero lógicamente lento. Por tanto, sería muy interesante establecer primero los miridos en el cultivo (antes de la aparición de pulgones) y determinar su eficacia tanto sobre:

- recursos alternativos de alimentos (por ejemplo, el polen de las flores u otras presas alternativas que se pudieran adicionar)
- otros fitófagos plaga presentes en el cultivo.

Estos dos aspectos serían necesarios conocerlos ya que uno de los posibles inconvenientes que puede tener el uso de miridos en el cultivo de pimiento es que no son capaces de mantenerse en el cultivo en ausencia de presa. En esta línea de trabajo, Messelink y col., (2014) demostraron que los miridos, como por ejemplo *M. pygmaeus*, pueden establecerse en pimiento mediante la adición suplementaria de huevos de *Ephestia* mezclados con quistes de *Artemia* y que además, esta combinación resulta altamente satisfactoria en la posterior invasión de pulgones. Paralelamente, hemos comprobado que *N. tenuis* y *M. pygmaeus* son capaces de regular las poblaciones tanto de *B. tabaci* como de *F. occidentalis* en pimiento cuando ambos miridos son liberados inoculativamente al inicio del cultivo y el ataque de los fitófagos se produce a posteriori (mismo autores; trabajo en preparación) (Figura 3). Estos dos resultados apuntan a que los miridos podrían ser liberados al inicio del cultivo y así estar ya establecidos cuando los pulgones aparezcan en el sistema. Además, Messelink and Janssen (2014) no observaron depredación intragremial cuando *M. pygmaeus* se liberó conjuntamente al inicio del cultivo con *O. laevigatus*, ya que ambos depredadores coexistieron en el cultivo sin aparente perjuicio entre ellos. De hecho, el control de trips y de pulgones

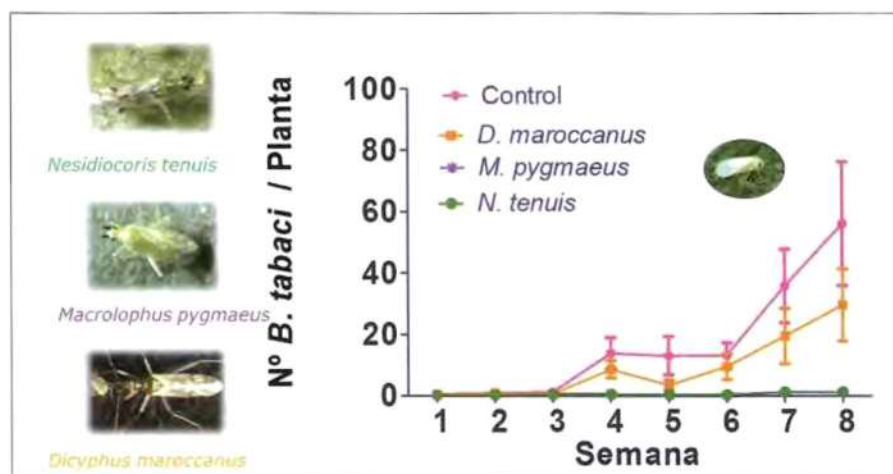


Figura 3. Número de *B. tabaci* (media ± ES) por planta de pimiento. Se liberaron 4 moscas blancas por semana y por planta. Los miridos *N. tenuis*, *M. pygmaeus* y *D. maroccanus* se liberaron en semillero una semana antes del trasplante a una dosis de suelta de 0,5 individuos / planta (mismos autores; datos en preparación).

fue mucho mejor cuando ambos depredadores se utilizaron conjuntamente.

Activación defensiva de la planta de pimiento

Es ampliamente conocido que las plantas pueden responder defensivamente al ataque de herbívoros liberando compuestos volátiles que pueden modificar el comportamiento (repelencia o atracción) de fitófagos plaga o de sus enemigos naturales. Pérez-Hedo y col., (2015) demostraron que plantas de tomate previamente expuestas a *N. tenuis* podrían ser menos atractivas para los herbívoros, como *B. tabaci*, y más atractivas a enemigos naturales como el parasitoide *Encarsia formosa* (Gahan) (Hymenoptera: Aphelinidae) que plantas no expuestas. Estas respuestas se debieron a que las picaduras de *N. tenuis* modificaron el perfil de varias fitohormonas en planta, que se tradujeron en un aumento de la síntesis del ácido abscísico (ABA) que activa las sustancias volátiles que dan lugar a un efecto de no preferencia sobre la mosca blanca *B. tabaci*, y a un aumento la síntesis del ácido jasmónico (JA) que activa las sustancias volátiles que atraen al parasitoide *E. formosa*. Por tanto, el uso de depredadores zoofitófagos en pimiento podría ocasionar respuestas defensivas similares a las obtenidas en tomate. Recientemente, hemos confirmado que la fitofagia tanto de *N. tenuis*, como de *M. pygmaeus* puede activar mecanismos de defensa en la planta de pimiento capaces de repeler a la mosca blanca *B. tabaci* y al trips *F. occidentalis*. Por ello, la utilización de miridos en el cultivo de pimiento podría suponer un beneficio adicional ya que indirectamente

podría inducir respuestas defensivas en la planta y por consiguiente modificar el comportamiento de los fitófagos plaga.

Perspectivas

Por todo lo expuesto anteriormente, pensamos que el uso de miridos en pimiento podría ser una nueva estrategia de control a tener en cuenta ya que:

- Son capaces de controlar pulgones y de alimentarse de un elevado número de presas alternativas.
- Ayudan en el control de *B. tabaci* y de *F. occidentalis*.
- Son capaces de mantenerse en cultivo cuando hay presas y/o cuando se les suministra alimentación alternativa.
- El uso combinado de miridos y *O. laevigatus* mejora el control de pulgones y trips.
- No existen interferencias entre *O. laevigatus* y miridos. La depredación intragremial en este caso no es negativa.
- Pueden añadir un efecto beneficioso al activar defensas en la planta de pimiento.

Sin embargo, son varios los interrogantes que quedan todavía por resolver. Entre ellos es urgente conocer i) qué especie de mirido sería la más adecuada para las condiciones mediterráneas, ii) el uso combinado con *A. swirskii* y iii) caracterización de la respuesta de la planta y en especial determinar el efecto de los volátiles (HIPVs) inducidos en el segundo y tercer nivel trófico.

BIBLIOGRAFÍA

- Belliure, B., Pérez, P., Marcos, M.A., Michelena, J.M., Hermoso de Mendoza, A., 2008. Control biológico de pulgones. In: Jacas, J.A., Urbaneja, A., Eds.), Control biológico de Plagas Agrícolas. PHYTOMA España, Valencia, España.
- Blom, J., 2008. Pimiento bajo abrigo. In: Jacas, J.A., Urbaneja, A., Eds.), Control biológico de plagas agrícolas. PHYTOMA, Valencia, España, pp. 399-409.
- Calvo, F.J., Bolckmans, K., Belda, J.E., 2009. Development of a biological control-based Integrated Pest Management method for *Bemisia tabaci* for protected sweet pepper crops. Entomol. Exp. Appl. 133, 9-18.
- Calvo, F.J., Bolckmans, K., Belda, J.E., 2011. Control of *Bemisia tabaci* and *Frankliniella occidentalis* in cucumber by *Amblyseius swirskii*. BioControl 56, 185-192.
- Calvo, F.J., Bolckmans, K., Belda, J.E., 2012. Biological control-based IPM in sweet pepper greenhouses using *Amblyseius swirskii* (Acari: Phytoseiidae). Bio. Sci. & Technol. 22, 1398-1416.
- Calvo, J., Bolckmans, K., Belda, J.E., 2008. Controlling the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hom.: Aleyrodidae) in horticultural crops with the predatory mite *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot). J. Insect Sci. 8, 11-12.
- Jacas, J.A., Urbaneja, A., 2008. Control biológico de plagas agrícolas. M.V. PHYTOMA España, S.L., Valencia, Spain.
- Koppert, B.S., Wageningen UR, G.H., 2014. All about swirskii. <http://www.allaboutswirskii.com>.
- Messelink, G.J., Bloemhard, C.M.J., Hoogerbrugge, H., van Schelt, J., Ingegn, B.L., Tavela, L., 2014. Evaluation of mirid predatory bugs and release strategy for aphid control in sweet pepper. J. App. Entomol., doi: 10.1111/jen.12170
- Messelink, G.J., Bloemhard, C.M.J., Kok, L., Janssen, A., 2011. Generalist predatory bugs control aphids in sweet pepper. IOBC/WPRS Bull 68, 115-118.
- Messelink, G.J., Janssen, A., 2014. Increased control of thrips and aphids in greenhouses with two species of generalist predatory bugs involved in intraguild predation. Biol. Control doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2014.07.009>.
- Nomikou, M., 2003. Combating whiteflies: Predatory mites as a novel weapon. Faculteit der Natuurwetenschappen, University of Amsterdam, The Netherlands, pp. 155.
- Nomikou, M., Janssen, A., Schraag, R., Sabelis, M.W., 2001. Phytoseiid predators as potential biological control agents for *Bemisia tabaci*. Exp. App. Acarol. 25, 271-291.
- Perdikis, D.C., Lykouressis, D.P., 2004. *Macrolophus pygmaeus* (Hemiptera : Miridae) population parameters and biological characteristics when feeding on eggplant and tomato without prey. J.Eco. Entomol. 97, 1291-1298.
- Pérez-Hedo, M., Urbaneja-Bernat, P., Jaques, J.A., Flors, V., Urbaneja, A., 2015. Defensive plant responses induced by *Nesidiocoris tenuis* (Hemiptera: Miridae) on tomato plants. J. Pest Sci. In press.
- Pérez-Hedo, M., Urbaneja, A., 2014. Prospects for predatory mirid bugs as biocontrol agents of aphids in sweet peppers. J. Pest Sci. In press DOI: 10.1007/s10340-014-0587-1.
- Sánchez, J.A., Alcazar, A., Lacasa, A., Llamas, A., Bielza, P., 2000. Integrated pest management strategies in sweet pepper plastic houses in the Southeast of Spain. IOBC/WPRS Bull. 23, 21-27.
- Sanchez, J.A., La-Spina, M., Michelena, J.M., Lacasa, A., de Mendoza, A.H., 2011. Ecology of the aphid pests of protected pepper crops and their parasitoids. Bio. Sci. Technol. 21, 171-188.
- Sanchez, J.A., Lacasa, A., 2002. Modelling population dynamics of *Orius laevigatus* and *O. albidipennis* (Hemiptera : Anthocoridae) to optimize their use as biological control agents of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). Bull. Entomol. Res. 92, 77-88.
- Stansly, P.A., Calvo, F.J., Urbaneja, A., 2005a. Augmentative biological control of *Bemisia tabaci* biotype 'Q' in Spanish greenhouse pepper production using *Eretmocerus* spp. Crop Protection 24, 829-835.
- Stansly, P.A., Calvo, J., Urbaneja, A., 2005b. Release rates for control of *Bemisia tabaci* (Homoptera : Aleyrodidae) biotype "Q" with *Eretmocerus mundus* (Hymenoptera : Aphelinidae) in greenhouse tomato and pepper. Biol. Control 35, 124-133.
- Urbaneja, A., Arán, E., León, P., Gallego, A., 2002. Efecto combinado de altas temperaturas y de humedades relativas en la supervivencia, fecundidad y fertilidad de *Orius laevigatus* y *Orius albidipennis* (Hem.: Anthocoridae). Bol. San. Veg. Plagas 29, 27-35.
- Urbaneja, A., Sanchez, E., Stansly, P.A., 2007. Life history of *Eretmocerus mundus*, a parasitoid of *Bemisia tabaci*, on tomato and sweet pepper. BioControl 52, 25-39.
- Van der Blom, J., Ramos, M., Ravensberg, W., 1997. Biological pest control in sweet pepper in Spain: Introduction rates of predators of *Frankliniella occidentalis*. IOBC/WPRS Bull. 20, 196-202.